

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-21912

(43)公開日 平成9年(1997)1月21日

(51)Int.Cl.⁹

G 0 2 B 5/28
6/12

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 5/28
6/12

技術表示箇所

F

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平7-192484

(22)出願日 平成7年(1995)7月5日

(71)出願人 000005290

古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72)発明者 田村 修一

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 麦野 明

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 清水 健男

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 五十嵐 清

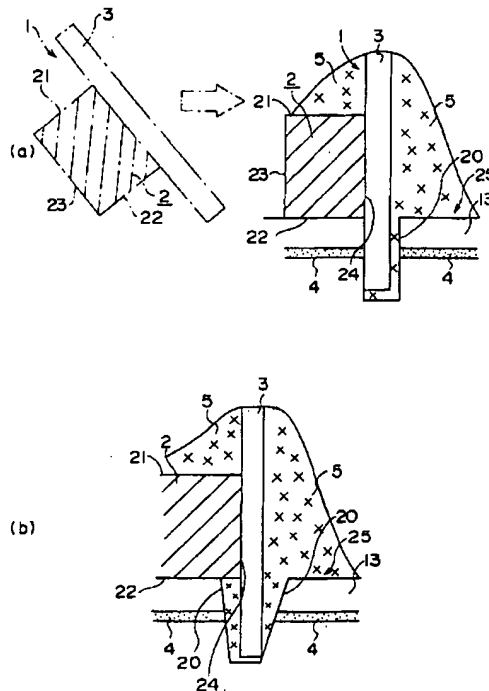
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 誘電体多層膜フィルタおよびその作製方法および誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造

(57)【要約】

【目的】 光導波路に対してフィルタ面が垂直となるように挿入可能な誘電体多層膜フィルタおよびその作製方法および誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造を提供する。

【構成】 (1, 1, 1) Siウエハの基板2の上面24に、基板2よりも広幅の誘電体多層膜3を基板2の両側から張り出し形成し、誘電体多層膜3の張り出し側の基板2の端面21, 22を誘電体多層膜3の膜面と垂直とする。この誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に挿入するときには、光導波路に誘電体多層膜3の膜厚を持ったフィルタ挿入溝20を形成し、基板2の端面22が下向きとなるように誘電体多層膜フィルタ1を横向きとし、端面22を光導波路25表面に当接させて、誘電体多層膜3の張り出し部分をフィルタ挿入溝20に挿入することで、フィルタ面を光導波路25に対して垂直とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の上面に該基板の幅を少なくとも一方側に張り出して基板の幅よりも広幅の誘電体多層膜が形成されており、少なくともこの誘電体多層膜の張り出し側の基板の端面は誘電体多層膜の膜面と略垂直になるように形成されて、フィルタ断面がし字形状又はT字形状と成していることを特徴とする誘電体多層膜フィルタ。

【請求項2】 基板上に誘電体多層膜を形成した後、基板の少なくとも一方側を前記誘電体多層膜の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように除去し、それによりフィルタ断面をし字形状又はT字形状と成すことを特徴とする誘電体多層膜フィルタの作製方法。

【請求項3】 基板上に誘電体多層膜を形成した後、基板の少なくとも一方側を前記誘電体多層膜の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように基板材料に異方性エッチングを施すことにより除去し、それによりフィルタ断面をし字形状又はT字形状と成すことを特徴とする誘電体多層膜フィルタの作製方法。

【請求項4】 誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入する誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造であって、光導波路には請求項1記載の誘電体多層膜フィルタの誘電体多層膜の膜厚に対応する幅をもったフィルタ挿入溝が光導波路を横切る方向に形成されており、前記誘電体多層膜の張り出し側の一方側の基板端面が光導波路表面に当接した状態で誘電体多層膜の張り出し部分が前記フィルタ挿入溝に挿入され、誘電体多層膜フィルタのフィルタ面は光導波路に対して略垂直と成していることを特徴とする誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば、光導波路に挿入され、光導波路を伝搬する光の波長分波を行うとき等に用いられる誘電体多層膜フィルタおよびその作製方法および誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造に関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、光導波路を伝搬する複数の波長を有する信号光の波長分波を行うときに、誘電体多層膜を有する誘電体多層膜フィルタが用いられており、図6には、従来の誘電体多層膜フィルタ1の構成が断面図により示されている。同図に示すように、誘電体多層膜フィルタ1は、シリコン等の基板2の上面24に誘電体多層膜3を形成することにより形成されており、この誘電体多層膜フィルタ1は、フィルタ全面に亘ってその厚みがほぼ一定となっている。なお、同図の(a)、(b)に示すように、従来の誘電体多層膜フィルタ1は、基板2と誘電体多層膜3の線膨張係数の差に起因して一般に反

りを生じていることが多い。

【0003】このような誘電体多層膜フィルタ1を作製するときには、基板2の上に蒸着法等を用いて誘電体の薄膜を多層重ねて形成した後、決まったサイズに切り分けることによって作製する。また、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路に挿入するときには、例えば、図7の(a)に示すように、コア4とクラッド13とを有する光導波路25に、誘電体多層膜フィルタ1の厚みに対応する幅をもったフィルタ挿入溝20を、光導波路に対して略垂直に形成し、このフィルタ挿入溝20に誘電体多層膜フィルタ1を挿入する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路に挿入固定して光部品を作成するときには、主に、①光導波路をフィルタ挿入溝20によって切断することによるフィルタ挿入溝20そのもののギャップに伴う光損失、および光導波路交差部近傍にフィルタ挿入溝20を設けた場合の該光導波路交差部近傍で光が光導波路横方向に広がることによる光損失、②フィルタ挿入溝20の溝面の粗さに伴う損失、③フィルタ挿入溝20そのものが設定位置からずれたり、このフィルタ挿入溝20と誘電体多層膜フィルタ1との位置ずれによる光軸のずれに伴う損失、④誘電体多層膜フィルタ1が傾くことに伴う損失等が生じることが考えられている。

【0005】そして、前記光導波路のギャップに伴う損失(①)やフィルタ挿入溝20の溝面の粗さに伴う損失(②)は、誘電体多層膜フィルタ1を透過する透過光と誘電体多層膜フィルタ1を反射する反射光の両方に影響を与え、誘電体多層膜フィルタ1の位置ずれに伴う損失(③)や傾きに伴う損失(④)は主に前記反射光に影響を与える。

【0006】以上のことから、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に挿入固定するときには、光導波路25に形成するフィルタ挿入溝20を光導波路25に対して略垂直に、かつ、その幅をできるだけ小さく形成して、フィルタ挿入溝20によるギャップを最小限にし、かつ、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に対して略垂直に位置ずれなく挿入固定して、誘電体多層膜フィルタ1の位置ずれや傾きによる光損失を最小限にすることが望まれている。

【0007】しかしながら、フィルタ挿入溝20を光導波路25に対して略垂直に形成するのは難しく、実際には、図7の(b)から(f)に示すように、フィルタ挿入溝20は光導波路25に対して斜めに形成されることが殆どであり、その斜めの角度の傾きを、光損失の増加に殆ど影響を与えない0.1度程度に抑えることは困難であった。また、誘電体多層膜フィルタ1は、一般に、数 μm 程度の厚みのばらつきを有しており、しかも、たとえ、その厚みのばらつきがなくても、図6に示したように反りを生じていることが多いために、このような誘電体多層膜

3

フィルタ1を挿入するためのフィルタ挿入溝20は、誘電体多層膜フィルタ1の厚みより広めの幅の溝としなければならなかった。

【0008】さらに、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に挿入固定したときの状態は、誘電体多層膜フィルタ1の挿入状態と、接着剤5の投入時、固化時等の状態によって偶然に決まるために、たとえ誘電体多層膜フィルタ1を光導波路に対して略垂直に挿入できたとしても、その状態で光導波路25に固定できるとも限らなかった。

【0009】以上のことから、従来の誘電体多層膜フィルタ1の光導波路25への挿入固定状態は、図7の(b)から(f)に示すように大きくばらつき、たまたま同図の(d)に示すように、誘電体多層膜フィルタ1が光導波路25に対して略垂直に挿入固定されることもあるが、同図の(b), (c), (e), (f)に示すように、誘電体多層膜フィルタ1が光導波路25に対して大きく傾いて挿入固定されることが殆どであった。

【0010】そのため、光導波路25に誘電体多層膜フィルタ1を挿入して光部品を形成したときに生じる光損失のうち、前記誘電体多層膜フィルタ1が傾くことに伴う損失が非常に大きくなってしまい、誘電体多層膜フィルタ1の光導波路25への挿入固定部品の光損失を大きく増大させてしまう結果を招いていた。

【0011】本発明は、上記従来の課題を解決するためになされたものであり、その目的は、誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入したときにフィルタが傾くことによる損失を低減できるように、光導波路に対して略垂直に挿入することが容易にできる誘電体多層膜フィルタおよびその作製方法および誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成により、課題を解決するための手段としている。すなわち、本発明の誘電体多層膜フィルタは、基板の上面に該基板の幅を少なくとも一方側に張り出して基板の幅よりも広幅の誘電体多層膜が形成されており、少なくともこの誘電体多層膜の張り出し側の基板の端面は誘電体多層膜の膜面と略垂直になるように形成されて、フィルタ断面がL字形状又はT字形状と成していることを特徴として構成されている。

【0013】また、本発明の誘電体多層膜フィルタの作製方法は、基板上に誘電体多層膜を形成した後、基板の少なくとも一方側を前記誘電体多層膜の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように除去し、それによりフィルタ断面をL字形状又はT字形状と成すことを特徴として構成されている。

【0014】さらに、本発明の誘電体多層膜フィルタの作製方法は、基板上に誘電体多層膜を形成した後、基板の少なくとも一方側を前記誘電体多層膜の膜面によって

4

形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように基板材料に異方性エッチングを施すことにより除去し、それによりフィルタ断面をL字形状又はT字形状と成すことも特徴として構成されている。

【0015】さらに、本発明の誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造は、誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入する誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造であって、光導波路には請求項1記載の誘電体多層膜フィルタの誘電体多層膜の膜厚に対応する幅をもったフィルタ挿入溝が光導波路を横切る方向に形成されており、前記誘電体多層膜の張り出し側の一方側の基板端面が光導波路表面に当接した状態で誘電体多層膜の張り出し部分が前記フィルタ挿入溝に挿入され、誘電体多層膜フィルタのフィルタ面は光導波路に対して略垂直と成していることを特徴として構成されている。

【0016】上記構成の本発明において、誘電体多層膜フィルタを形成する誘電体多層膜は基板の幅を少なくとも一方側に張り出して基板の幅よりも広幅に形成されるために、誘電体多層膜の全領域に亘って基板を形成した誘電体多層膜フィルタと異なり、少なくとも誘電体多層膜の張り出し部分においては誘電体多層膜と基板との線膨張係数差による応力から開放され、それにより、少なくとも誘電体多層膜の張り出し部分の反りは生じなくなり、誘電体多層膜フィルタの反りが殆ど抑制される。

【0017】そして、本発明によれば、誘電体多層膜の膜面と誘電体多層膜の張り出し側の基板の端面とが略垂直（本明細書における略垂直という言葉は、垂直も含む）になるように形成されているために、この誘電体多層膜フィルタを、誘電体多層膜の膜厚に対応する幅をもったフィルタ挿入溝を形成した光導波路に挿入すると、誘電体多層膜の張り出し側の一方側の基板端面が光導波路表面に当接した状態で誘電体多層膜の張り出し部分がフィルタ挿入溝に挿入され、それにより、たとえばフィルタ挿入溝が光導波路に対して斜めに形成されていたとしても、誘電体多層膜フィルタのフィルタ面は光導波路に対して確実に略垂直となって挿入され、固定される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を実施例を用いて図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図1には、本発明に係る誘電体多層膜フィルタの一実施形態例が断面図により示されている。同図において、(1, 1, 1) Siウエハ7によって形成された基板2の上面に、基板2の幅を両側に張り出して基板2の幅よりも広幅の誘電体多層膜3が形成されており、この誘電体多層膜の張り出し側の基板2の端面21, 22は、誘電体多層膜3の膜面と略垂直になるように形成されて誘電体多層膜フィルタ1が形成されている。

【0019】同図に示すように、この誘電体多層膜フィ

50

5

ルタ1のフィルタ断面は、T字形状と成しており、本実施形態例においては、基板2の厚み(図の上下方向の長さ)が誘電体多層膜3の厚みよりも充分に大きく形成されている。なお、基板2の端面21は、 $(1, -1, 0)$ 面により形成されており、端面22は $(-1, 1, 0)$ 面により形成されており、基板2の底面23は $(-1, -1, -1)$ 面により形成されている。

【0020】本実施形態例は以上のように構成されており、次に、本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1の作製方法を図2に基づいて説明する。まず、同図の(a)に示すように、基板としての $(1, 1, 1)$ Siウェハ7の上面に、フィルタとして機能する誘電体多層膜3を真空蒸着法によって形成し、誘電体多層膜付きSiウェハ6を作製する。次に、この誘電体多層膜付きSiウェハ6を、同図に示すように、ベクトル $\langle 1, 1, -2 \rangle$, $\langle -1, -1, 2 \rangle$ と平行となる方向に切断し、同図の(b)に示す断面形状を有する細長い棒形状に加工する。

【0021】次に、この棒形状になった誘電体多層膜付きSiウェハ6aを、70~100℃程度まで加熱した水酸化カリウム水溶液に浸し、基板材料としての $(1, 1, 1)$ Siウェハ7に異方性エッチングを施すことにより、基板2の両端側を矢印A, A'方向に除去していき、誘電体多層膜3の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように除去し、それにより、フィルタ断面をT字形状とした誘電体多層膜フィルタ1を形成する。

【0022】なお、 $(1, 1, 1)$ Siウェハ7の異方性エッチングによっては、基板2の底面(裏面)23に当たる $(-1, -1, -1)$ 面10は殆どエッチングされず、基板2の端面21, 22に当たる $(1, -1, 0)$ 面11および $(-1, 1, 0)$ 面12方向から図の矢印A, A'に示す方向にエッチングが行われ、このとき、 $(1, 1, 1)$ 面9および $(-1, -1, -1)$ 面10に対して垂直にエッチングが行われるために、基板2の両側の端面21, 22が誘電体多層膜3の膜面によって形成されるフィルタ面に対してそれぞれ略垂直となる。

【0023】また、異方性エッチングによるエッチング量は、数十~数千 μm 程度の範囲内で適宜に設定され、前記異方性エッチングが行われる。この水酸化カリウム水溶液によって誘電体多層膜面も若干エッチングされるが、予めこのエッチング量を考慮して多層膜を形成し、表面は保護膜を形成しておけば問題ない。

【0024】本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1は以上のようにして作製されており、次に、この誘電体多層膜フィルタ1の光導波路への挿入動作について、図3に基づいて説明する。本実施形態例でも、誘電体多層膜フィルタ1を挿入する光導波路25には、フィルタ挿入溝20を形成するが、本実施形態例では、従来例と異なり、誘電体多層膜3の膜厚に対応する幅をもったフィルタ挿

6

入溝20を、光導波路25を横切る方向に形成する。なお、このフィルタ挿入溝20は、同図の(a)に示すように、光導波路25に対して略垂直に形成することが望ましいが、本実施形態例では、同図の(b)に示すように、フィルタ挿入溝20が光導波路25に対して多少斜めに形成されていても構わない。

【0025】このフィルタ挿入溝20に誘電体多層膜フィルタ1を挿入するときには、例えば基板2を持って、同図に示すように、誘電体多層膜フィルタ1を横向きに倒し、誘電体多層膜3の張り出し側の一方側の基板端面22を図の下部側に向けて、この端面22を光導波路25の表面に当接させた状態で、誘電体多層膜3の張り出し部分をフィルタ挿入溝20に挿入する。

【0026】そうすると、本実施形態例では、端面22, 21が誘電体多層膜3の膜面と略垂直になるように形成されていることから、誘電体多層膜フィルタ1のフィルタ面は、必然的に光導波路25に対して略垂直となる。そして、この状態で、誘電体多層膜フィルタ1は、光導波路25に対してがたつきのない安定した挿入状態となることから、この状態で接着剤5により誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に固定すると、接着剤5の投入時、固化時に、誘電体多層膜フィルタ1が傾いたりすることはなく、フィルタ面が光導波路25に対して垂直となったまま固定される。

【0027】以上のことから、本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1の挿入構造は、誘電体多層膜3の張り出し側の一方側の基板端面22が光導波路25の表面に当接した状態で、誘電体多層膜3の張り出し部分がフィルタ挿入溝20に挿入され、誘電体多層膜フィルタ1のフィルタ面が光導波路25に対して確実に垂直と成していることになる。

【0028】本実施形態例によれば、上記のように、誘電体多層膜3を基板2よりも広幅に形成し、その張り出し側の基板2の端面21, 22を誘電体多層膜3の膜面と略直角になるように形成したことにより、基板端面22を光導波路25の表面に当接した状態で誘電体多層膜3の張り出し部分をフィルタ挿入溝20に挿入することで、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25に対して確実に略垂直とすることができる。そのため、本実施形態例は、従来の誘電体多層膜フィルタと異なり、たとえフィルタ挿入溝20が斜めに形成されていたとしても、誘電体多層膜フィルタ1のフィルタ面が斜めに傾くことはなく、フィルタ面が位置ずれしたり傾いたりすることに伴う光損失を抑制することが可能となり、光導波路25に誘電体多層膜フィルタ1を挿入して形成する光部品の光損失を小さくすることができる。

【0029】また、本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1は、基板2の厚みが誘電体多層膜3の厚みよりも充分に大きく形成されており、例えば、基板2を持ってフィルタ挿入溝20に挿入する等の動作を行い易くなり、誘

7

電体多層膜フィルタ1の取り扱いを容易とすることができる。

【0030】しかも、本実施形態例によれば、誘電体多層膜フィルタ1は、誘電体多層膜3が基板2の両端側から張り出して形成されており、誘電体多層膜3の下部側の全領域に亘って基板2を形成して成る従来例と異なり、少なくとも誘電体多層膜3の張り出し部分においては、基板2と誘電体多層膜3との線膨張係数差による応力を開放することが可能となるために、少なくとも誘電体多層膜3の張り出し部分の反りを殆どなくすることが可能となり、誘電体多層膜フィルタ1の全体の反りも殆どなくすることが可能となる。そのため、本実施形態例では、誘電体多層膜フィルタ1の反りに起因する光損失の増大も防ぐことができる。

【0031】また、このように、誘電体多層膜フィルタ1の反りをなくすことにより、光導波路25にフィルタ挿入溝20を形成するときにも、その反りの分を考慮して幅の広いフィルタ挿入溝を形成する必要はなく、また、フィルタ挿入溝20には、基板2を挿入せず、誘電体多層膜3の張り出し部分のみを挿入するために、フィルタ挿入溝20の幅を小さくすることが可能となる。そのため、フィルタ挿入溝20形成のための光導波路のギャップに基づく損失も小さくすることが可能となり、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路5に挿入して形成する光部品の光損失をより一層小さくすることができる。

【0032】図4には、本発明に係る誘電体多層膜フィルタがその作製方法と共に示されており、本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1は、同図の(c)に示す断面形状を有して構成されている。本実施形態例が上記第1の実施形態例と異なる特徴的なことは、基板2を(1, 1, 0) Siウェハ14により形成し、この基板2の底面23(同図では基板2の上面24側が図の下部側に位置するように示されている)にガラスマスク15を設けたことである。なお、本実施形態例では、基板2を(1, 1, 0) Siウェハ14によって形成することにより、基板2の上面24は(1, 1, 0)面16となり、底面23は(-1, -1, 0)面17、端面21, 22は、それぞれ(-1, 1, 1)面18、(1, -1, -1)面19により形成されている。

【0033】本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1は以上のように構成されており、次にその作製方法を説明する。まず、図4の(a)に示すように、基板としての(1, 1, 0) Siウェハ14の上面24に、フィルタとして機能する誘電体多層膜3を真空蒸着法により形成し、(1, 1, 0) Siウェハ14の底面23側(誘電体多層膜3と反対側)には、スパッタ法によってガラス膜を形成し、フォトリソグラフィおよびガラスのエッチングによって、エッチングのマスクとして機能するガラスマスク15を間隔を介して形成する。なお、このガラスマスク15のパターン形状は、数十〜数千 μm の幅に形成し、そ

8

の間隔を数十〜数千 μm とすることにより、同図に示すようなストライプ状とする。また、このガラスマスク15のパターンの転写方向は、ベクトル $\langle 1, -1, 2 \rangle$ 、 $\langle -1, 1, -2 \rangle$ 方向と平行方向にストライプの長手方向が形成するようにする。

【0034】次に、このパターンの転写方向と同じベクトル $\langle 1, -1, 2 \rangle$ 、 $\langle -1, 1, -2 \rangle$ 方向と平行な方向に、ガラスマスク15のない部分でへき開し、同図の(b)に示すような断面形状を有する、細長い棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6aを形成する。そして、この棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6aを、上記実施形態例と同様に、70〜100℃程度まで加熱した水酸化カリウム水溶液に浸すことにより、(1, 1, 0) Siウェハ14に異方性エッチングを施し、図の矢印B, B'に示すように、基板2の底面23となる(-1, -1, 0)面17方向からガラスマスク15のない部分の(1, 1, 0) Siウェハ14を除去し、それにより、断面がT字形の誘電体多層膜フィルタ1を形成する。

【0035】なお、前記異方性エッチングによっては、前記へき開面に当たる(1, -1, -1)面19および(-1, 1, 1)面18側からは(1, 1, 0) Siウェハ14は殆どエッチングされず、(-1, -1, 0)面方向からのエッチングにより、(1, -1, -1)面19と(-1, 1, 1)面18とが露出されて基板2の端面22, 21となる。また、(1, -1, -1)面19および(-1, 1, 1)面18は、基板2の底面23に当たる(-1, -1, 0)面17や基板2の上面14(表面)に当たる(1, 1, 0)面16とは垂直になることから、本実施形態例でも、上記実施形態例と同様に、端面21, 22が誘電体多層膜3の膜面によって形成されるフィルタ面と略垂直となる。この水酸化カリウム水溶液によって誘電体多層膜面も若干エッチングされるが、予めこのエッチング量を考慮して多層膜を形成し、表面は保護膜を形成しておけば問題ない。

【0036】本実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1は以上のようにして作製され、本実施形態例も上記第1の実施形態例の誘電体多層膜フィルタ1と同様に、基板2の端面21, 22と共に誘電体多層膜3の膜面(フィルタ面)と略垂直になるように形成されているために、この誘電体多層膜フィルタ1を光導波路に挿入するときには、上記第1の実施形態例と同様に挿入され、誘電体多層膜フィルタ1のフィルタ面が光導波路25に対して略垂直となって固定され、上記第1の実施形態例と同様の効果を奏することができる。

【0037】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく様々な実施の態様を採り得る。例えば、上記第2の実施形態例では、図4の(a)に示す形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6をへき開することにより、同図の(b)に示すような棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6を形成したが、へき開する代わりに、例えば

ダイシングソー等の切断器具等を用いて切断することにより、棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6aを形成するようにしてもよい。

【0038】また、上記第2の実施形態例では、図4の(b)に示したように、棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6aを形成した後に、(1, 1, 0) Siウェハ14に異方性エッチングを施して誘電体多層膜フィルタ1を形成したが、上記第2の実施形態例のように、ガラスマスク15等のマスクを用いて異方性エッチングを行う場合には、例えば図4の(a)に示す状態で異方性エッチングを行い、その後、誘電体多層膜3をへき開又は切断して誘電体多層膜フィルタ1を作製してもよい。

【0039】さらに、上記実施形態例では、いずれも、70~100℃に加熱した水酸化カリウム水溶液を用いて異方性ウェットエッチングを行ったが、この異方性ウェットエッチングに用いるエッチング液は、必ずしも水酸化カリウム水溶液とは限らず、上記実施形態例と同様の異方性エッチング効果によって基板2の少なくとも一方側が誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直となるようにエッチングが行なえるエッチング液であればよい。

【0040】また、このようなエッチング液を用いる代わりに、乾式の異方性エッチングを施すことにより、上記実施形態例と同様に、基板2の少なくとも一方側を誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直になるように異方性エッチングを行うようにしてもよい。

【0041】さらに、上記第1の実施形態例では、ベクトル<1, 1, -2>, <-1, -1, 2>方向に誘電体多層膜付きSiウェハ6を切断し、上記第2の実施形態例では、ベクトル<1, -1, 2>, <-1, 1, -2>方向に誘電体多層膜付きSiウェハ6をへき開して棒形状の誘電体多層膜付きSiウェハ6aを形成したが、これらの切断方向やへき開方向は必ずしも上記のベクトルと平行な方向とするとは限らず、例えば、上記第1の実施形態例においては、ベクトル<1, -2, 1>, <-1, 2, -1>と平行な方向(端面は(1, 0, -1)面あるいは(-1, 0, 1)面)や、ベクトル<-2, 1, 1>, <2, -1, -1>と平行な方向(端面は(0, 1, -1)面あるいは(0, -1, 1)面)に切断してもよい。また、上記第2の実施形態例においては、例えば、ベクトル<1, -1, -2>, <-1, 1, 2>と平行な方向(端面は(1, -1, 1)面あるいは(-1, 1, -1)面)にへき開又は切断してもよい。

【0042】さらに、上記第1の実施形態例では、基板2を形成する基板材料として、(1, 1, 1) Siウェハ7を用い、上記第2の実施形態例では、基板材料として(1, 1, 0) Siウェハ14を用いたが、基板2を形成する基板材料は必ずしも(1, 1, 1) Siウェハ7や、(1, 1, 0) Siウェハ14とは限らず、例えば、上記実施形態例のような異方性エッチングを用いること

により、基板2の少なくとも一方側が誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直となるように異方性エッチングが行えるようなものであればよい。

【0043】さらに、上記実施形態例では、誘電体多層膜3は、いずれも真空蒸着法によって形成したが、誘電体多層膜3の形成方法は特に限定されるものでなく、適宜設定されるものである。

【0044】さらに、上記第2の実施形態例では、ガラスマスク15は、スパッタ法を用いて成膜したが、ガラスマスク15の形成方法は必ずしもスパッタ法を用いるとは限らず、適宜の方法により形成されるものである。また、ガラスマスク15の代わりに、ガラス以外の材料によって形成したエッチング用のマスクを形成し、このエッチング用マスクのない部分の基板材料を異方性エッチングするようにしてもよい。

【0045】さらに、上記実施形態例では、いずれも、基板材料としてのSiウェハに異方性エッチングを施すことにより、基板2の両側を誘電体多層膜3の膜面により形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように除去したが、この基板の除去は必ずしも異方性エッチングにより行うとは限らず、誘電体多層膜3側を傷つけることなく、基板の端面を誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直に除去できれば、例えば切削等により基板2の除去を行うようにしてもよい。

【0046】さらに、上記実施形態例では、誘電体多層膜フィルタ1を光導波路25のフィルタ挿入溝20に挿入するときに、基板2の端面22を光導波路25の表面に当接させたが、その逆に、端面21を光導波路25の表面に当接させて端面21側に形成されている誘電体多層膜3の張り出し部分をフィルタ挿入溝20に挿入してもよい。

【0047】さらに、上記実施形態例では、いずれも、基板2の両側を除去して、基板両端面が誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直となるようにし、誘電体多層膜フィルタ1のフィルタ断面をT字形状としたが、基板の一方側の端面のみが誘電体多層膜3の膜面に対して略垂直となるように基板2の両側を除去してもよく、また、例えば、図5に示すように、基板2の一方側を誘電体多層膜3の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように除去し、それによりフィルタ断面をL字形状としてもよい。さらに、T字形状を中央で切断して、L字形2個に分割してもよい。

【0048】

【発明の効果】本発明によれば、誘電体多層膜フィルタは、基板の上面に基板の幅を少なくとも一方側に張り出して基板の幅よりも広幅の誘電体多層膜を形成し、少なくともこの誘電体多層膜の張り出し側の基板の端面を誘電体多層膜の膜面と略垂直になるように形成したものであるから、この誘電体多層膜フィルタを光導波路に形成したフィルタ挿入溝に挿入するときに、誘電体多層膜の張り出し側の一方側の基板端面を光導波路表面に当接し

11

た状態で誘電体多層膜の張り出し部分をフィルタ挿入溝に挿入すれば、たとえフィルタ挿入溝が斜めに形成されていたとしても、必然的に、誘電体多層膜フィルタのフィルタ面を光導波路に対して略垂直とすることができ、そのため、誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入するときに生じる光損失のうち、フィルタが傾くことに伴う光損失をほぼ完全に抑制することができる。

【0049】また、本発明の誘電体多層膜フィルタによれば、基板上面に基板よりも広幅の誘電体多層膜を形成しており、従来のように誘電体多層膜形成領域の全領域下部側に基板が設けられている誘電体多層膜フィルタと異なり、少なくとも誘電体多層膜の張り出し部分においては基板と誘電体多層膜との線膨張係数差による応力によって生じる誘電体多層膜フィルタの反りを抑制することが可能となり、少なくとも誘電体多層膜の張り出し部分の反りを殆どなくすることができる。そして、この誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入するときには、基板端面を光導波路表面に当接した状態で誘電体多層膜の張り出し部分のみをフィルタ挿入溝に挿入するために、光導波路に形成するフィルタ挿入溝は誘電体多層膜フィルタの反りを考慮する必要もなく、しかも、最低限、誘電体多層膜の膜厚に対応する幅をもった溝とすればよいために、溝幅を小さくすることが可能となり、溝によって光導波路が切れることによるギャップに伴う光損失を小さくすることができる。

【0050】以上のことから、本実施形態例の誘電体多層膜フィルタおよび誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造によれば、誘電体多層膜フィルタを光導波路に挿入して形成する光部品に生じる光損失のうち、光導波路のギャップに伴う損失と、誘電体多層膜フィルタの位置ずれによる損失と、誘電体多層膜フィルタが傾くことによる損失とをいずれも抑制することが可能となり、非常に光損失の小さい光部品の形成が可能となる。

【0051】さらに、基板上に誘電体多層膜を形成した

12

後、基板の少なくとも一方側を前記誘電体多層膜の膜面によって形成されるフィルタ面に対して略垂直となるように基板材料に異方性エッチングを施すことにより除去し、フィルタ断面をL字形状又はT字形状と成すようにした本発明の誘電体多層膜フィルタの作製方法によれば、基板材料に異方性エッチングを施すことにより、容易に、かつ、確実に、誘電体多層膜を形成した基板の少なくとも一方側を誘電体多層膜の膜面に対して略垂直となるように除去することが可能となり、それにより、フィルタ断面がL字形状又はT字形状の誘電体多層膜フィルタを容易に形成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る誘電体多層膜フィルタの第1の実施形態例を示す断面構成図である。

【図2】上記第1の実施形態例の誘電体多層膜フィルタの作製方法を示す説明図である。

【図3】本発明に係る誘電体多層膜フィルタの光導波路への挿入構造の例を示す説明図である。

【図4】本発明に係る誘電体多層膜フィルタの第2の実施形態例をその作製方法と共に示す説明図である。

【図5】本発明に係る誘電体多層膜フィルタの他の実施形態例を示す断面説明図である。

【図6】従来の誘電体多層膜フィルタを示す断面説明図である。

【図7】従来の誘電体多層膜フィルタの挿入構造の例を示す説明図である。

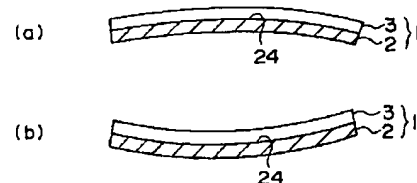
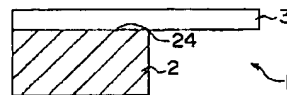
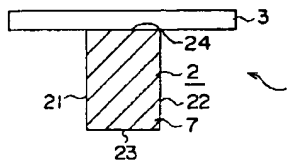
【符号の説明】

- 1 誘電体多層膜フィルタ
- 2 基板
- 3 誘電体多層膜
- 7 (1, 1, 1) Siウエハ
- 14 (1, 1, 0) Siウエハ
- 20 フィルタ挿入溝
- 21, 22 端面

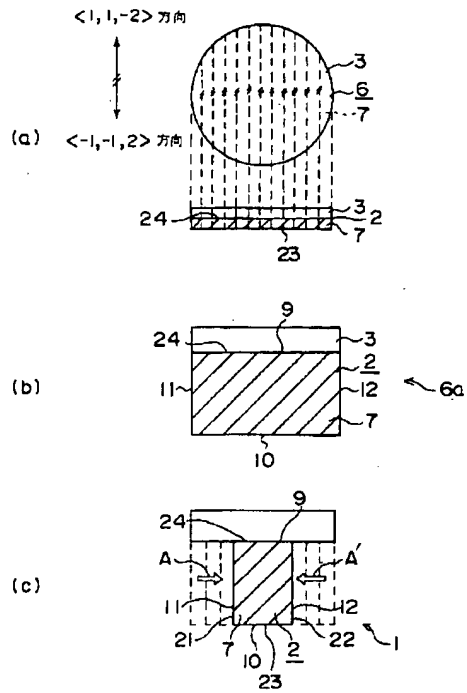
【図1】

【図5】

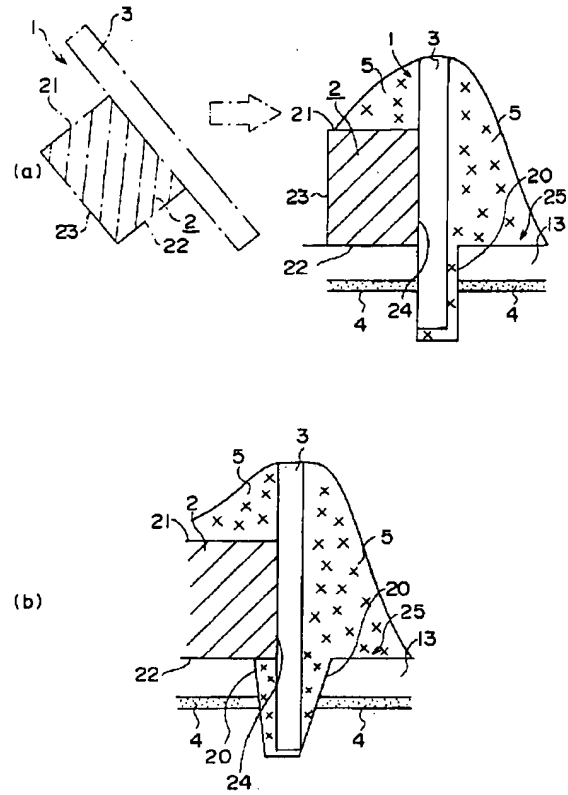
【図6】



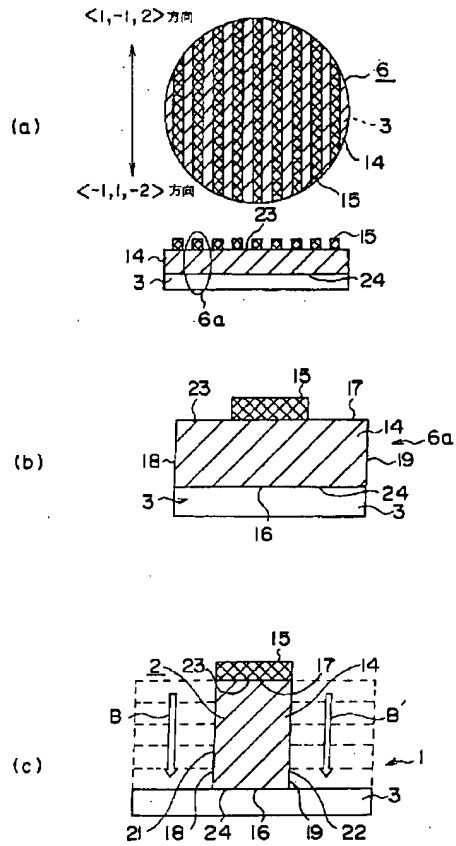
【図2】



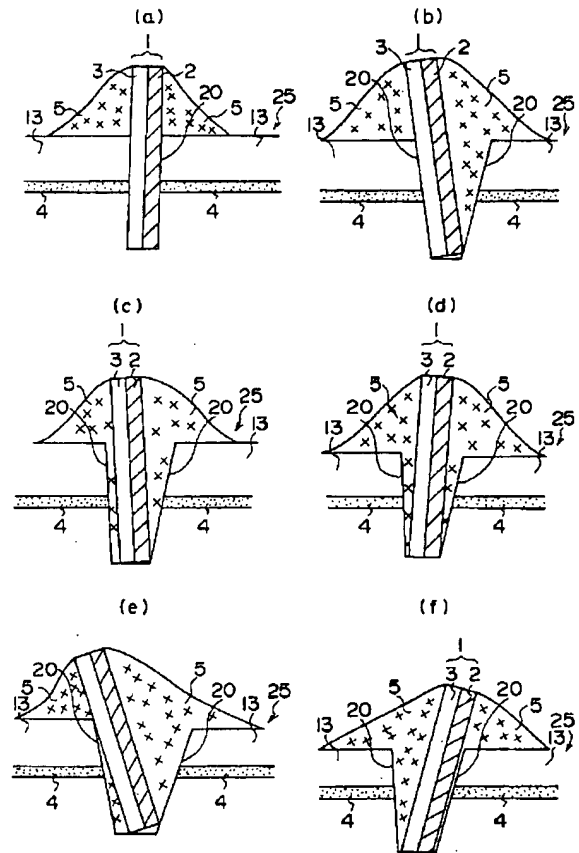
【図3】



【図4】



【図7】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 史朗
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(72)発明者 南里 伸弘
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

DERWENT-ACC-NO: 1997-141893

DERWENT-WEEK: 199714

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Dielectric multilayer film filter for
optical waveguide
- has filter main body that has L-shaped or
T-shaped cross section

PATENT-ASSIGNEE: FURUKAWA ELECTRIC CO LTD[FURU]

PRIORITY-DATA: 1995JP-0192484 (July 5, 1995)

PATENT-FAMILY:

| PUB-NO | PUB-DATE | LANGUAGE |
|-----------------|------------------|----------|
| PAGES MAIN-IPC | | |
| JP 09021912 A | January 21, 1997 | N/A |
| 009 G02B 005/28 | | |

APPLICATION-DATA:

| PUB-NO | APPL-DESCRIPTOR | APPL-NO |
|--------------|-----------------|----------------|
| APPL-DATE | | |
| JP 09021912A | N/A | 1995JP-0192484 |
| July 5, 1995 | | |

INT-CL (IPC): G02B005/28, G02B006/12

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 09021912A

BASIC-ABSTRACT:

The filter (1) consists of a multilayer dielectric film (3) with wide face width is formed on a top face (24) of a Si wafer (2). The dielectric multilayer film forms a pair of overhand part that intend over both sides to form T-shaped filter main body of a pair of end faces of the substrate perpendicularly. A filter insertion slot (20) with film thickness of dielectric multilayer film is formed in optical waveguide, into which the filter main body is inserted and arranged.

The filter main body is inserted so that the end face of

substrate is made to
contact surface of optical waveguide. The filter main body is
inserted so that
overhand parts is made vertical to optical waveguide.

ADVANTAGE - Prevents optical loss associated with filter.
Prevents curvature
of dielectric multi layer film filter due to stress.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.3/7

TITLE-TERMS: DIELECTRIC MULTILAYER FILM FILTER OPTICAL WAVEGUIDE
FILTER MAIN

BODY SHAPE SHAPE CROSS SECTION

DERWENT-CLASS: P81 U11 U14 V07

EPI-CODES: U11-C18D; U14-H01E; V07-F01A5; V07-F02B;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-117425